

塗装乾燥工程における赤外線加熱の適用

齊藤 正明 (さいとう まさあき) ヘレウス(株) ヘレウス ノーブルライト部 部長
 眞壁 義孝 (まかべ よしたか) ヘレウス(株) ヘレウス ノーブルライト部

1. はじめに

ほとんどの生産プロセスには、一ヶ所、または数サイクルの加熱、乾燥プロセスがある。しかし、改善を重ねたはずの生産設備も、こと加熱、乾燥工程は前時代的で、事実多くの業界で生産のボトムネックとなっている例が多い。特に、塗装の乾燥工程では、脱 VOC 対応の環境対応型塗料（水性、粉体塗料）への移行、さらに CO² 削減対応と、システム全体の見直しが必須である。既存設備の多くは熱風炉である。理論的にも対流熱伝達に解決を求めるのは限界に達している。有効エネルギーが大きい中波長レベル以上の赤外線ヒーターの採用は予想以上に乾燥、硬化が速く、エネルギーコスト、設備コスト、スペース、生産性、品質、環境問題などの総合的な生産性の改善できる余地がある。

2. 乾燥炉の伝熱形態と熱流速

炉の能力は熱流速 (w/m²) で決まる。乾燥炉の高性能コンパクト化とは大きな熱流速 (エネルギー密度) を高温の熱源から、低温のワークに投入することである。

対流熱伝達 : $q = h \cdot (T1 - T2)$ 熱風炉
 放射熱伝達 : $q = \varepsilon \cdot \delta \cdot (T1^4 - T2^4)$ 赤外線炉

ここで、 q : 熱流速 (w/m²)
 h : 対流熱伝達率 (w/m² · K)
 ε : 放射率
 δ : ステファン・ボルツマン定数
 $T1$: 熱風温度、放射源温度 (K)
 $T2$: ワーク温度 (K)

加熱の方法 (対流、伝導、放射) にかかわらず加熱源 $T1$ (高温側) と被加熱物 $T2$ (低温側) の差がエネルギーの質である。赤外線加熱の放射熱伝達も例外ではなく、放射源から温度の低いワークへ熱が移動する

ことにより、ワークの温度を上昇させる。媒体を通して熱が移動する伝導、対流とは異なり電磁波の形で熱が伝わるが、温度の差が熱移動の駆動力であることには変わらない。

3. 熱風炉の長所と限界

3-1 長所

箱物など 3 次元形状も雰囲気温度で均等に加熱しやすい。熱風温度以上にワーク温度が上がることはなく、オーバーベークになることがない。制御点数が雰囲気温度、コンベヤスピードだけで操作が簡単である。昇温が必要ない保持ゾーンには向いている。

3-2 性能の限界

現在求められている乾燥炉の省エネ、CO² 削減、脱 VOC、生産性のどれをとっても熱風方式の炉での改良は限定されている。

熱風炉は対流熱伝達で、その基本式は前記から ;

$$q = hc \cdot (T1 - T2)$$

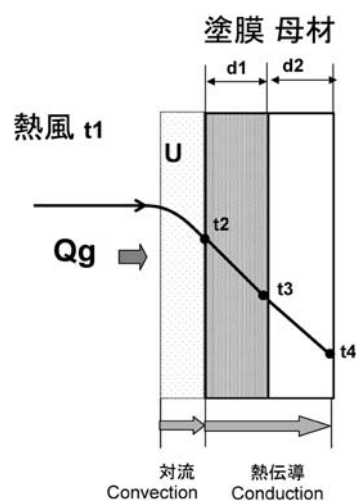


図 1 熱風方式